



GUÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO Y CULTIVO DEL MARANGO

(*Moringa oleifera*)

Nadir Reyes - Sánchez Phd & Bryan Mendieta - Araica PhD

Proyecto MARANGO (PROMARANGO)

ÍNDICE

	Paginas
1. Aspectos generales.....	3
1.1 Origen y distribución.....	3
1.2 Descripción botánica.....	3
1.3 Adaptación ambiental.....	5
2. Establecimiento y aspectos agronómicos.....	7
2.1 Preparación de suelo.....	7
2.2 Métodos de propagación.....	9
2.3 Siembra.....	11
2.4 Época de siembra.....	14
2.5 Cantidad de semilla y profundidad de siembra.....	15
2.6 Manejo después de la siembra.....	18
3. Producción y calidad del forraje.....	27
3.1 Producción de forraje.....	27
3.2 Calidad del forraje.....	28
4. Prácticas culturales en plantaciones para producción de semillas.....	31
4.1 Poda.....	31
4.2 Fertilización.....	32
4.3 Manejo de malezas.....	32
4.4 Distancia de siembra.....	32
4.5 Cosecha.....	33
5. Bibliografía.....	36

1. Aspectos generales

1.1 Origen y distribución

Moringa oleifera Lam (sinónimo de *Moringa pterygosperma* Gaertner), comúnmente llamado “Marango”, es un árbol miembro de la familia Moringaceae que crece en el trópico y es originaria del sur del Himalaya, noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. En América Latina y Centroamérica el Marango se introdujo y naturalizó en los años ´20 del siglo pasado como un árbol ornamental y fue utilizado en cercas vivas y cortinas rompevientos.

Actualmente, la propagación del mismo tiene un origen local reconocido como especie naturalizada, aunque algunos productores usan una variedad mejorada conocida como PKM1 introducida a inicios del siglo XXI a Nicaragua, la criolla o acriollada es la más usada.

PROMARANGO ha introducido Marango con diferentes procedencias, tales como: Haití, Perú, República Dominicana, Cuba, Paraguay, Florida y ha colectado semillas de plantaciones aisladas como las existentes en la isla Zapatera, así como ha introducido y estudiado también, una nueva especie de Moringaceae conocida como *Moringa stenopetala*. Todo lo anterior a fin de garantizar la caracterización de cada una de ellas y así contribuir al desarrollo de una variedad adaptada a las condiciones nacionales, misma que de manera provisional se ha dado en llamar NICA-1.

1.2 Descripción botánica

Es un árbol de crecimiento rápido, alcanza una altura de 7 a 12 metros hasta la corona, su tronco posee un diámetro de 20 a 30 cm, tiende a echar raíces fuertes y profundas y tiene una vida relativamente corta, alcanzando un promedio de 20 años.



Hojas compuestas alternas imparipinnadas con una longitud entre 30 y 70 cm.



Flores de color blanco cremoso



Fruto capsula colgante, color castaño claro cuando está madura y verde cuando está inmadura, de corte transversal triangular. El fruto se conoce popularmente como vaina, pero su designación botánica es silicua .



Semilla de color castaño oscuro con tres alas delgadas

Figura 1. Hojas, flores, frutos y semillas de Marango.

La raíz es principalmente gruesa con forma de nabo inmediatamente bajo el suelo. El árbol florece y produce semillas durante todo el año.



Figura 2. Raíces de árbol de Marango. Finca Santa Rosa. Universidad Nacional Agraria.

A través de caracterización morfológica se han identificado diferencias entre la variedad naturalizada o acriollada y la variedad PKM1, siendo las principales que en la naturalizada la copa es cerrada y que la inserción de las ramas siempre es en ángulo, predominando el ángulo recto.

1.3 Adaptación ambiental

El clima de una región influye significativamente en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas. Es por ello indispensable conocer la respuesta fisiológica de esta especie a las condiciones ambientales para poder formular un sistema racional de siembra y manejo.

1.3.1 Temperatura: Por ser una planta de origen tropical, se desarrolla en climas semiáridos, semi-húmedos y húmedos. El Marango crece bien en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1200 m de altitud y prospera en temperaturas altas, considerándose óptimas para un buen comportamiento las que están entre 24 y 32 °C.

1.3.2 Humedad: El agua afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas ya que actúa como constituyente, solvente, responsable de la turgencia celular y reguladora de su temperatura, por lo que la cantidad, frecuencia e intensidad de las lluvias determinan en gran medida la adaptación de una especie forrajera particular a un ambiente determinado. El Marango necesita al menos 700 mm anuales, aunque hay reportes de lugares del pacífico de Nicaragua donde con 300 mm crece muy bien. Se ha observado un buen comportamiento en lugares con precipitaciones anuales de 2000 mm.



Figura 3. Plantaciones de Marango en zonas de hasta seis meses de condición seca.
Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

1.3.3 Suelos: El suelo es la parte de la corteza terrestre donde crecen las plantas. Está constituido de una mezcla dinámica de materiales inorgánicos, orgánicos, aire y agua, donde ocurren diversos procesos que afectan la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. El éxito en el establecimiento de una planta está relacionado a las propiedades físicas y químicas del suelo donde está sembrada.

El Marango puede crecer en todo tipo de suelos, desde suelos ácidos hasta alcalinos (pH 4.5-8), aunque la mejor respuesta en desarrollo y productividad se obtiene en suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece bastante alto por todo el año; tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados.



Figura 4. Plantación de Marango en suelos predominantemente arenosos, Finca El Menco, Rivas.

2. Establecimiento y aspectos agronómicos

2.1 Preparación de suelo

La preparación del terreno para la siembra incluye el control de la vegetación original y de sus reservas de semillas, así como la mejora física y química del suelo para favorecer el desarrollo de las plántulas. El grado de preparación del suelo para lograr un buen establecimiento está influenciado por muchos factores entre los que se cuentan: factores edáficos, condiciones climáticas, disponibilidad de maquinaria y consideraciones de carácter económico.

La preparación debe iniciarse preferiblemente al final de la época seca y terminarse al comienzo de la época de lluvia. Se recomienda, dejar el terreno suelto y la superficie ligeramente rugosa, no muy polvosa, para evitar que la semilla quede demasiado profunda o que sea lavada por la lluvia.

2.1.1 Preparación del suelo con maquinaria: Controle la vegetación original a través de la limpieza del terreno con una chapodadora acoplada al tractor o manual. Luego, realizar un pase de arado a una profundidad de 30 cm, para facilitar la aireación del sistema radicular y la infiltración del agua. Por ultimo, se realizan uno o dos pases de grada, para crear una cama de siembra óptima para la semilla.



Figura 5. Limpieza y preparación de suelo para siembra de Marango con mecanización. Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

2.1.2 Preparación de suelo con tracción animal: Limpieza del terreno a través de la chapia y basureo manual. Luego, realizar un pase de arado con bueyes o con caballo en la forma tradicional y por ultimo el surcado o rayado.



Figura 6. Preparación de terreno para plantación de Marango usando tracción animal.

2.2 Métodos de Propagación

2.2.1 Semilla sexual: Es la manera más común y apropiada de sembrarla de forma directa en el terreno preparado. El peso promedio de cada semilla varía entre 0.3-0.4g, por lo tanto, hay unas 3000 semillas por kilogramo. La viabilidad en general depende del grado de fertilidad de los árboles productores, el poder germinativo es de 99.5 % y la vigorosidad es de 99 %.

En el caso de la variedad PKM1 se determinó un 100% de germinación, pero una tasa de sobrevivencia a los 7 meses del 50%, no así en el caso de la variedad naturalizada, misma que a los 7 meses tiene una sobrevivencia de 90%.



Figura 7. Semilla botánica de Marango, lista para la siembra. Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

En el caso de la siembra directa, un factor muy importante a considerar es la edad de la semilla, si la misma no es almacenada adecuadamente, comienza a perder viabilidad después de los tres meses, esto debido al alto contenido de aceites de la misma.

Por otro lado, en el caso de Nicaragua, la principal ventaja de la siembra directa está relacionada a la baja mortalidad de las plántulas y a los menores costos de replantar.

Basados en las experiencias de PROMARANGO se ha determinado que las semillas de Marango no necesitan ningún tratamiento pre-germinativo, sin embargo, algunos productores afirman que sumergiendo las semillas en agua a temperatura ambiente por un día antes de la siembra, la germinación se ve favorecida, aunque muchos otros afirman que esta práctica no es necesaria.

2.2.2 Propagación vegetativa: Las estacas de Marango cortadas a finales de la época seca, presentan un prendimiento del 95 % y un 90% de sobrevivencia. Para la obtención de estos altos porcentajes, las estacas se dejan enraizar con sus propias reservas y posteriormente se transplantan al terreno definitivo, el cual debe tener un buen régimen de humedad. Una vez cortadas las estacas, una buena práctica para el enraizamiento es colocarlas verticalmente bajo sombra y enterrarlas unos 10 cm en el suelo.



Foto 8. Estacones de Marango con rebrotes desarrollados. Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

2.3 Siembra

2.3.1 Siembra directa: Consiste en colocar directamente la semilla en el suelo preparado. Puede efectuarse mecánicamente, empleando una sembradora o manualmente en caso de no disponerse del implemento.



Foto 9. Siembra directa de Marango. Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

2.3.1.1 Siembra directa con sembradora: Se puede realizar únicamente en suelos planos y que hayan sido óptimamente preparados, para que no haya impedimento en la colocación uniforme de la semilla en el suelo y en el pase de la misma a través del tubo de conducción y del depositador. En las sembradoras de precisión es necesario además despeluzar la semilla, ya que las alas que la bordean impiden que los piñones la levanten bien, obstaculizando el pase de las chavetas al depositador. Los carros se regulan de manera que quede a 10 cm cada botador y las chavetas totalmente abiertas.

El Marango se puede establecer como si se estuviera sembrando sorgo, esto es regulando los botadores de la sembradora a 40 cm entre surcos y de 10 a 20 semillas por metro lineal, para lograr una densidad de 250 a 500 mil plantas por hectárea.

2.3.1.2 Siembra directa manual: La siembra se realiza depositando la semilla manualmente sobre el surco a chorrillo, y luego se tapa con el pie o con una rama.



Foto 10. Plantación de Marango sembrada a directamente a mano en chorrillo.

2.3.2 Siembra en bolsas (Viveros): Las semillas son sembradas en pequeñas bolsas de polietileno que permanecen en un vivero hasta que las plantas alcancen unos 30 cm de altura, para luego transplantarlas al campo. La siembra en bolsas resulta una estrategia de alto costo, por lo que solo se recomienda en pequeñas áreas cuando la siembra directa con semillas por alguna razón no pueda realizarse.



Foto 11. Siembra de plantas de Marango provenientes de viveros. Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

La producción en viveros sugiere un reto relacionado con el manejo para obtener calidad morfológica de plantas que alcancen altos niveles de sobrevivencia, crecimiento y rendimiento en semillas, PROMARANGO ha publicado una guía técnica al respecto e invitamos al lector a consultarla.

Un factor relevante en la producción de plantas es el tipo de sustrato usado ya que este tiene una relación directa con la calidad de las plantas, en nuestro país se usan como sustrato tanto suelo como mezclas de estiércol bovino mezclado mitad y mitad con suelos o compost, sin embargo, el uso de compost muestra una mejora significativa en el porcentaje de germinación, tasa de sobrevivencia y crecimiento cuando se compara con otros.

Las prácticas culturales en el vivero sobre las plántulas tienen una alta correlación con el éxito en el establecimiento en el campo, en el caso de Marango, las plántulas se deben mover de su lugar por primera vez a las cuatro semanas, seguido por un segundo movimiento a la sexta semana, combinado esto con un corte a 2/3 de la altura de la planta, cuando ésta alcance los 50 cm; estos tratamientos garantizan el trasplante de las plántulas a la octava semana de haber sido sembrada.

2.4 Época de siembra

La selección del momento de siembra resulta un elemento clave en el proceso de establecimiento. La época óptima varía de acuerdo a la localidad, pero en términos generales, la siembra debe realizarse durante el período de lluvias, cuando la humedad del suelo es adecuada para la germinación y el establecimiento del cultivo.

En sitios con períodos de lluvias bien definidos, es recomendable realizar la siembra al inicio de la temporada de lluvias; en localidades donde el clima tiene un comportamiento errático, las siembras muy tempranas podrían coincidir con períodos donde las lluvias se interrumpen después de iniciada la germinación de la semilla y las plántulas mueren al deshidratarse por las altas temperaturas y la falta de humedad, para evitar estos problemas, realizar la siembra hasta que el período lluvioso este bien establecido.

2.5 Cantidad de semilla y profundidad de siembra

La cantidad de semilla a utilizar dependerá de la densidad de plantas que se desea tener en el campo y de factores tales como: peso y viabilidad de la semilla, distancia entre surcos, supervivencia de las plántulas y condiciones ambientales.

Una buena forma de asegurarnos de los resultados en campo, es empezar haciendo una buena prueba de germinación, esta consiste en seleccionar al azar, cien semillas de las que se van a sembrar, luego de esto, se siembran en un cantero de tierra bien mullida y previamente bien humedecida, a una profundidad de 2 cm. Luego de eso, regar en días alternos durante 15 días con una dosis de un litro de agua por metro cuadrado, aunque la semilla normalmente germina entre los primeros cinco y siete días después de la siembra. A los 15 días, contar cuantas semillas germinaron de las 100 sembrada y multiplicar por 100, ese es el porcentaje de germinación del lote de semillas que van a sembrar.

Se debe garantizar que el riego se haga según se indica acá y que el cantero esté a la sombra.



Foto 12. Prueba de germinación de Marango.

Para obtener altos rendimientos de forraje en cultivos puros de Marango bajo condiciones ideales de calidad de semilla, preparación de suelo, humedad, control de malezas y siembra en surcos, en condiciones de medianos a grandes productores, la evaluación agronómica realizada por PROMARANGO demuestra que una buena densidad de siembra es la de 500 mil plantas por hectárea, obteniendo una producción de forraje verde de 68 toneladas por hectárea, sin riego y sin fertilización. Con riego se puede obtener una mayor producción, pero esto implica una alta extracción de nutrientes del suelo, por lo cual se debe fertilizar.

PROMARANGO ha probado muchas densidades de siembra de acuerdo a las condiciones de manejo de pequeños y medianos productores, en esas condiciones, una densidad que más se adecúa a las condiciones de los productores mencionados es la de 170,000 plantas por hectárea, esto es, sembradas a 40 cm de distancia entre surcos y 15 cm entre plantas, este arreglo permite el manejo convencional del área sembrada, si se puede fertilizar ya sea con fertilizante orgánico o inorgánico, los rendimientos pueden subir hasta 125 toneladas de forraje verde por hectárea y año.



Foto 13. Plantaciones de Marango con densidades de 170,000 plantas por hectárea.

Para el establecimiento de una hectárea de Marango, como banco de proteína, con una densidad de aproximadamente 500 mil plantas, se necesitan 3 quintales de semilla, sembradas directamente en el campo a 45 centímetros entre surcos y 5 centímetros entre plantas. La semilla presenta alto porcentaje de germinación, (mayor de 90%). Después de la siembra el tiempo de germinación de la semilla oscila entre los 5-7 días, sin realizar tratamientos pre germinativos.



Figura 14. Plántula de Marango de un día de germinada. Finca Las Mercedes.
Universidad Nacional Agraria.

La forma de calcular la cantidad de semilla a usar, es dividir el número de plantas deseadas entre 3000 semillas por kilo, en siembra directa añadir un diez por ciento más para asegurar la resiembra de las semillas que no germinen, se dañen o que no muestren el vigor deseado.

La mejor profundidad de siembra es aquella que proporciona las condiciones adecuadas para el desarrollo radicular, la absorción de nutrientes y la emergencia de las plántulas. En el caso del Marango el tapado de la semilla no debe sobrepasar los 2 cm.



Foto 15. Banco de proteína de Marango, Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

2.6 Manejo después de la siembra

El manejo posterior a la siembra consiste en un conjunto de prácticas agronómicas con las cuales se hacen ajustes menores a la plantación en formación. Estas prácticas son, entre otras, el control oportuno de malezas e insectos plagas, la fertilización y el uso de cortes estratégico.

2.6.1 Control de malezas: Es importante evitar que compitan con el cultivo, se puede realizar manualmente (chapia con machete, azadón o chapodadora mecánica) o con la aplicación de productos químicos utilizando una bomba de mochila y pantalla para no dañar las plantitas de Marango.



Foto 16. Control de malezas en cultivo puro de Marango usando chapodadora.
Finca Santa Rosa. Universidad Nacional Agraria.

Se recomienda realizar un control de malezas a los 25 días después de la emergencia, para impedir que la maleza compita con el cultivo. En caso de altas infestaciones de cyperáceas, será necesario realizar control manual (arranque) de macollas, por lo incómodo del control de las malezas en las altas densidades.

2.6.2 Plagas: El Marango como cualquier otro cultivo es afectado por muchos problemas fitosanitarios los que causan una drástica reducción en el retorno de la plantación.

La incidencia de plaga y enfermedades en Marango es muy variable, sin embargo, las principales plagas en vivero son: zompopos (*Atta spp*) langosta medidora (*Mocis latipes*), escamas (*Coccus spp*), y en el menor de los casos ácaros (*Aceria sbeldoni*). El caso de los ácaros es más común en la siembra directa con altas poblaciones.

En plantaciones establecidas en la zona norte del país, se han reportado algunos ataques de gorgojos tales como: *Mylloceris discolor* var. *variegates*, *M. undecimpustulatus*, *M. tenuiclavis*, *M. viridanus* and *Pitochus ovulum* que atacan las hojas de las plantas jóvenes y estacones recién plantados. Se han reportado también ataques de hongos que incluyen *Cercospora moringicola*, *Sphaceloma morindae*, *Puccinia moringae*, *Oidium* spp y *Polyporus gilvus*.

El Marango es muy susceptible a las condiciones muy húmedas y puede ser afectado por la pudrición de la raíz causado por hongos.

A los 22 días de edad puede presentarse una enfermedad causada por *Colletotrichum dematium*. Los síntomas incluyen:

- Manchas más o menos redondas, centro pardo claro, borde pardo oscuro o marrón rodeado de un micelio grisáceo.
- Aparecen en las hojas más viejas (haz y envés) (centro o borde del foliolo).
- Avance de la enfermedad causa secamiento y amarilleo.
- Provoca marchitez, clorosis y secamiento total del follaje

Hay otra enfermedad que tiene como agente causal al *Fusarium* spp. y cuyos síntomas son:

- Manchas hundidas de color blanquecino parduzco en el tallo.
- Adelgazamiento del tallo en la inserción de las primeras ramas.
- Disminución del número de raíces secundarias y sus pelos absorbentes.

Con lluvias continuas en ocasiones hay encharcamiento constante, el cual las plantas no toleran; además de que contribuye notablemente a mantener la fuente de inóculo y con ello la enfermedad.

De acuerdo a lo ocurrido con las enfermedades fungosas señaladas, se precisa hacer aplicaciones al sustrato o al suelo con biopreparados a base del antagonista *Trichoderma*, previo a la siembra o en el momento de esta.

Por otro lado, tanto en condiciones de vivero como de plantación establecida, las termitas son una plaga a controlar. El orden *Spodoptera* puede ser una de las mayores plagas del Marango ya establecido causando defoliación en las plantaciones.

También se han encontrado grillos, chapulines, mariquitas, pavas, tortugillas y escarabajos que dañan las plantas por sus hábitos masticadores; mientras que salivazo y chinches chupan la savia del Marango permitiendo la entrada de patógenos a la planta. También ha sido posible encontrar moscas y catalas que lamen las flores.



Figura 17. Insectos dañinos asociados a la producción de Marango

Es importante mencionar, que como en cualquier cultivo, existe toda una fauna asociada, la misma puede tener relación benéfica o no con el mismo, dependiendo de las densidades poblacionales y el umbral económico definido.

Abajo podemos ver la Tabla 1 la artropodofauna que está asociada con el cultivo.

Tabla 1. Artropodofauna asociada a *Moringa oleifera*

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Insecta	Hemíptera		<i>Empoasca sp.</i>	Chicharrita
			<i>Oliarus sp.</i>	Saltahoja
		Delphacidae	<i>Peregrinus maidis</i> (Ashmead.)	Saltahoja del maíz
		Membracidae	<i>Stictocephala rotundata</i> Stal.	Cornudito
			<i>Microtalis calva</i> (Stal.)	Cornudito
		Aphididae	Especie no identificada	Pulgón
	Hemíptera	Pentatomidae	<i>Mormidea pictiventris</i> (Stal.)	Chinche
			<i>Thyanta antiguensis</i> (Westw.)	Chinche
	Coleóptera	Chrysomelidae	<i>Colaspis brunnea</i> (L.)	Crisomélido
			<i>Epitrix sp.</i>	Crisomélido
			<i>Diabrotica sp.</i>	Crisomélido
			<i>Cryptocephalus marginicollis</i> (L.)	Crisomélido
		Coccinellidae	<i>Chilocorus cacti</i> (L.) ¹	Mariquita
			<i>Coleomegilla cubensis</i> (Csy.) ¹	Mariquita
		Cerambycidae	Especie no identificada	Cerambícido
	Díptera	Syrphidae	Especie no identificada	Sírfido
		-	6 morfo-especies no identific.	Dípteros
		Dolichopodidae	<i>Condylostylus sp.</i> ¹	Díptero
	Lepidóptera	Arctidae	Especie no identificada	Osito peludo
		Nulidae	<i>Celama sorghiella</i> (Filey)	Microlepidóptero
		Noctuidae	<i>Hedylepta indicata</i> L.	Lepidóptero
	Orthóptera	Tettigonidae	<i>Caulopsis cuspidatus</i> (Scud.)	Grillo verde
	Hymenóptera	Chalcididae	<i>Spilochalsis femorata</i> 1	Cálcido
		Formicidae	<i>Paratrechina longic ornis</i> (F.) ¹	Hormiga loca
			<i>Wasmannia auropunctata</i> (L.) ¹	Santanilla
			<i>Atta spp</i>	Zompopo
	Dermáptera	Forficulidae	<i>Doru taeniatum</i> (Dohrn.) ¹	Tijereta
Arachnida	Araneae		6 morfo-especies no identific. ¹	Araña
Gastrópoda			Especie no identificada	Caracoles

2.6.3 Fertilización

2.6.3.1 Fertilización orgánica: Tiene como fin aprovechar las heces producidas por los animales de la finca, incorporando estos elementos nutritivos al suelo mejorando su nivel de fertilidad. La fertilización orgánica tiene la particularidad de que la liberación de los elementos (N; P; K) a la solución del suelo y su posterior incorporación a los procesos físicos químicos del sistema suelo-planta, no es inmediata, ya que exigen la previa mineralización de la materia orgánica.

La fertilización orgánica ejerce aparte del efecto sobre las condiciones físicas una acción estimulante sobre la vida microbiana del suelo y las raíces, como fuente y reserva para los mismos. La aplicación del compost se realiza con el primer pase de grada. La dosificación es de 70 quintales por hectárea.

2.6.3.2 Fertilización química: Las necesidades de aplicación dependerán de los análisis previos del suelo. Pero se puede manejar una aplicación base de 2 quintales de urea y 2 quintales de completo fraccionado en dos aplicaciones. En la primera aplicación (presiembrado) se aplican 2 quintales de completo y después de la primera poda se aplican los 2 quintales de urea.



Foto 18. Fertilización química con fertilizante completo antes de la siembra de Marango. Finca Santa Rosa. Universidad Nacional Agraria.

Marango se puede establecer bien en la mayoría de suelos sin fertilizar debido a que posee un amplio y profundo sistema radicular que le permite una absorción eficiente de los nutrientes del suelo. Sin embargo, como la planta de Marango tienen la capacidad de producir grandes volúmenes de follaje, esto implica una gran extracción de nutrientes del suelo y entonces requiere un buen programa de fertilización para mantener una producción estable a través del tiempo.

Tabla 2. Rendimiento anual de materia seca de la planta integra y hojas de *Moringa oleifera* bajo diferentes regímenes de fertilización.

Tratamientos	Rendimientos Totales (ton/ha)	Rendimientos solo en hojas (ton/ha)
Control	10.57	4.82
Mineral (54 kg N, 54 kg P ₂ O ₅ , 72 kg K ₂ O)	14.29	7.81
Orgánico mineral (54 kg N, 54 kg P ₂ O ₅ , 72 kg K ₂ O + 4 ton estiércol bovino)	20.11	11.34
Orgánico (8 ton estiércol bovino)	13.46	8.19

Otra estrategia de fertilización que ha sido usada con éxito en plantaciones destinadas a la producción de semillas es la de usar 30 gr de NPK por planta al momento de la siembra y una misma cantidad a los seis meses del establecimiento, dicha estrategia ha mostrado un efecto benéfico sobre el diámetro del collar y la altura de la planta

2.6.4 Corte del forraje: El primer corte debe realizarse a los 5 ó 6 meses después de la siembra con el fin de uniformar el tamaño de las plantas y permitir el rebrote.



Foto 19. Corte de uniformidad de Marango a los tres meses de edad. Finca Santa Rosa.
Universidad Nacional Agraria.

Una vez realizado el corte de uniformidad, todos los tallos cortados deberán ser retirados del área de la plantación para evitar la proliferación de insectos plaga y enfermedades, los tallos cortados deberán quedar uniformemente a 45 cm de altura sobre la superficie del suelo.



Foto 20. Plantación de Marango después del corte de uniformidad. Finca Las Mercedes. Universidad Nacional Agraria.

Realizar los cortes subsiguientes con machete bien afilado cada 45 días en la época de lluvia y cada 60 días en la época de seca, a una altura de 40 centímetros del suelo. Una vez realizada la cosecha el material se pica en una picadora de motor o manualmente con machete. Se aprovecha la planta entera (hojas, pecíolos y tallos) ya que los tallos a esta edad no están lignificados lo que permite obtener un forraje de excelente calidad, muy palatable y que es rápidamente consumido por los animales sin ningún problema.

Cortar diariamente la cantidad de forraje que se vaya a utilizar en la alimentación de los animales, para evitar la fermentación del material excedente.

Garantizar que el corte de los tallos se haga en un ángulo de 45° o un corte chaflán o en bisel a fin de garantizar que haya una mayor superficie para el desarrollo de los brotes y que no se acumule agua en el área cortada, evitando así la aparición de enfermedades fungosas.



Foto 21. Corte de tallos de Marango en un ángulo de 45°.

3. Producción y calidad del forraje

3.1 Producción de forraje: Es muy importante señalar el alto rendimiento de biomasa fresca total comestible (hojas, pecíolos, brotes y tallos con diámetro inferior a los 5 mm) que puede llegar hasta 68 ton/ha/año equivalente a 15 toneladas de materia seca por hectárea por año. El Marango tiene una alta tasa de crecimiento y capacidad para producir altas cantidades de materia fresca por metro cuadrado con altas densidades de siembra.

Algunos autores consideran la densidad de siembra de 500 mil plantas/ha y las frecuencias de corte cada 45 días en época de lluvia y cada 60 días en época de seca como las óptimas, para la producción de biomasa fresca, costo de siembra, manejo del corte y control de maleza. En el caso de densidades más altas (más de un millón de plantas /ha), la alta densidad crea una alta competencia entre las plantas, vía fototropismo, resultando en pérdidas de plántulas de hasta 20 o 30% por corte, lo cual produce altas pérdidas de material productivo por área, mientras que estudios más recientes mostraron que a densidades de 170,000 plantas/ha y haciendo ocho cortes al año se logra obtener hasta 25 toneladas de materia seca, siendo esta una densidad mucho más amigable con la condiciones de los productores nicaragüenses.

3.2 Calidad del forraje: El valor nutritivo o calidad del forraje en general es determinado por su capacidad para proveer cantidades balanceadas de los nutrientes requeridos por los animales para una función específica. Es decir, un alimento de alto valor nutritivo promueve altos niveles de producción animal. Bajo este esquema características como el consumo voluntario, contenido de proteína, aporte de energía, digestibilidad, contenido de minerales y vitaminas, la capacidad de proveer nutrientes sobre pasantes y otras deben ser tomadas en cuenta para establecer la calidad de un forraje determinado.

El forraje de Marango es una buena fuente de proteína para la alimentación de animales ya que contiene hasta 25.1% de Proteína Bruta en base seca con un alto contenido de proteína sobrepasante de hasta 47% de la proteína total, y la digestibilidad in vitro de la materia seca de 79%.

El alto valor de proteína digestible en el intestino delgado encontrado indica que las hojas de Marango son una buena fuente de proteína suplementaria para los rumiantes que permite que más aminoácidos lleguen directamente al intestino delgado que pueden ser usados directamente con fines productivos.

Tabla 3. Composición química de hojas y tallos de Marango

Composición general	Hojas frescas	Tallos
Materia seca (%)	21.0	----
Proteína bruta (%)	21.5	9.0
Fibra bruta (%)	17.9	----
Cenizas (%)	11.5	6.9
Grasa bruta (%)	5.4	----
Extracto libre de nitrógeno (%)	48.7	----
Fibra detergente neutro (%)	28.8	68.4
Fibra detergente ácido (%)	11.4	60.9
Digestibilidad in vitro materia seca (%)	79.0	57.0
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2.27	----

Las hojas de Marango son ricas en minerales principalmente calcio y hierro, pero cuando hay presencia de fitatos (entre 1 y 5%) como en las leguminosas disminuye la disponibilidad de los minerales para monogástricos. Las hojas son muy ricas en vitaminas B₁, B₆ y niacina y contiene 6780 µg de β-caroteno. En general, las vitaminas del grupo B (B₁, B₆ y niacina) muestran concentraciones muy altas excepto la riboflavina (B₂) que es relativamente baja. Al compararse con otros vegetales el Marango es también excepcionalmente rica en ácido ascórbico.

Tabla 4. Concentración de minerales y vitaminas en hojas de Marango

Constituyente químico	Hojas
Calcio (%)	2.40
Fósforo (%)	0.60
Magnesio (%)	0.30
Sodio (mg/100g)	0.05
Potasio (mg/100g)	0.30
Cobre (ppm)	11.70
Hierro (ppm)	225.0
Zinc (ppm)	17.50
Manganeso (ppm)	50.20
Vitamina A (µg)	29.0
Vitamina B1 (µg/g)	247.0
Vitamina B2 (µg/g)	94.0
Vitamina B6 (µg/g)	300
Niacina (µg/g)	162.0
β-caroteno (µg/100g)	6780
Vitamina C (mg)	362

3.2.1 Composición en aminoácidos de las hojas de Marango

El valor alimenticio potencial de la proteína, como fuente de aminoácidos puede ser comparado con los patrones de referencia de FAO mostrado en la tabla 5. En las hojas, todos los aminoácidos están presentes en concentraciones más altas que las recomendadas por FAO/WHO/UNO para niños de 2 a 5 años de edad. La comparación entre la composición en aminoácidos de las hojas y la soya revela un patrón similar para todos los aminoácidos.

Tabla 5. Composición en aminoácidos (g/16gN) de hojas de Marango y referencia FAO (niños 2-5 años de edad).

Aminoácidos	Hojas (g 16 g N ⁻¹)	Referencias FAO (g 16 g N ⁻¹) ^α
Lisina	5.60	5.80
Leucina	8.70	6.60
Isoleucina	4.50	2.80
Metionina	1.98	2.50*
Cistina	1.35	2.50*
Fenilalanina	6.18	6.30**
Tirosina	3.87	6.30**
Valina	5.68	3.50
Histidina	2.99	1.90
Treonina	4.66	3.40
Serina	4.12	nd
Ácido glutámico	10.22	nd
Acido aspártico	8.83	nd
Prolina	5.43	nd
Glicina	5.47	nd
Alanina	7.32	nd
Arginina	6.23	nd
Triptófano	2.10	1.10

3.2.2 Factores antinutricionales

El consumo de factores antinutricionales presentes en los vegetales puede afectar la productividad y la salud animal, es por esa razón que es de suma importancia el conocimiento de la existencia de estos en los alimentos que suministramos a nuestros animales.

En el caso de Marango se ha demostrado que en las hojas hay cantidades insignificantes de taninos (1.4%) y que están libres de taninos condensados, estos fenoles a la concentración mencionada no producen ningún efecto adverso en los animales.

Las hojas de Marango tienen niveles insignificantes de saponinas (5%) lo que las vuelve relativamente inocuas y hace que puedan, incluso, ser consumidas por humanos sin efectos adversos. No se han detectados glucósidos cianogénicos, ni actividad de inhibidores de tripsina, amilasa y lecitinas.

El contenido de fitatos de las hojas de Marango es de 2.5% lo que puede provocar que disminuya la biodisponibilidad de los minerales, principalmente para monogástricos.

4. Prácticas culturales en plantaciones para producción de semillas.

4.1 Poda: La poda es una práctica cultural que se lleva a cabo con el objetivo de incrementar la producción de brotes y el número de ramas y por lo tanto mejorar el potencial de producción, además, permite manejar plantas con alturas similares de entre 1.7 y 2 metros que faciliten la cosecha, con esta práctica se ha logrado registrar entre 3 y 5 brotes por rama.

Varios tipos de poda pueden ser usados:

- Poda de conducción que tiene por objetivo dar forma a la estructura de la planta que facilite su manejo y promueva el aumento de la producción.
- Poda de limpieza o mantenimiento, que consiste en remover los tallos o ramas improductivos o reducir el número de ramas para mantener la estructura requerida y mejorar así el funcionamiento eficiente de la plantación.
- Poda de producción, la que consiste en cortar, después de colectar todos los frutos, todas las ramas que ya produjeron y otras que son improductivas, a fin de garantizar la cantidad y calidad de la próxima cosecha.

- Poda de rehabilitación o rejuvenecimiento, se hace cuando la plantación ha perdido total o parcialmente su capacidad productiva y necesita recuperarse.



Figura 22. Árboles de Marango podados a 1.7 m de altura sobre el suelo a fin de promover el rebrote.

4.2 Fertilización: Uso de 30 gramos de NPK por planta al establecimiento y a los seis meses de establecido ha mostrado efectos positivos sobre la productividad e las planta.

4.3 Manejo de malezas: Una buena limpieza e incorporación de rastrojos debe ser llevado a cabo antes del establecimiento del cultivo, se ha demostrado que los tres primeros meses después de establecido son los más críticos por la competencia entre las malezas y las plantas que empiezan su desarrollo.

4.4 Distancia de siembra: La siembra de árboles para la producción de semillas debe garantizar un espaciamiento entre plantas que garantice un correcto desarrollo de la copa sin que la misma interfiera entre plantas, siendo así, la experiencia de PROMARANGO indica que 1700 árboles por ha sembrados en un arreglo de 3 bolillos, a tres metros entre planta es la más adecuada a las condiciones del trópico seco nicaragüense.

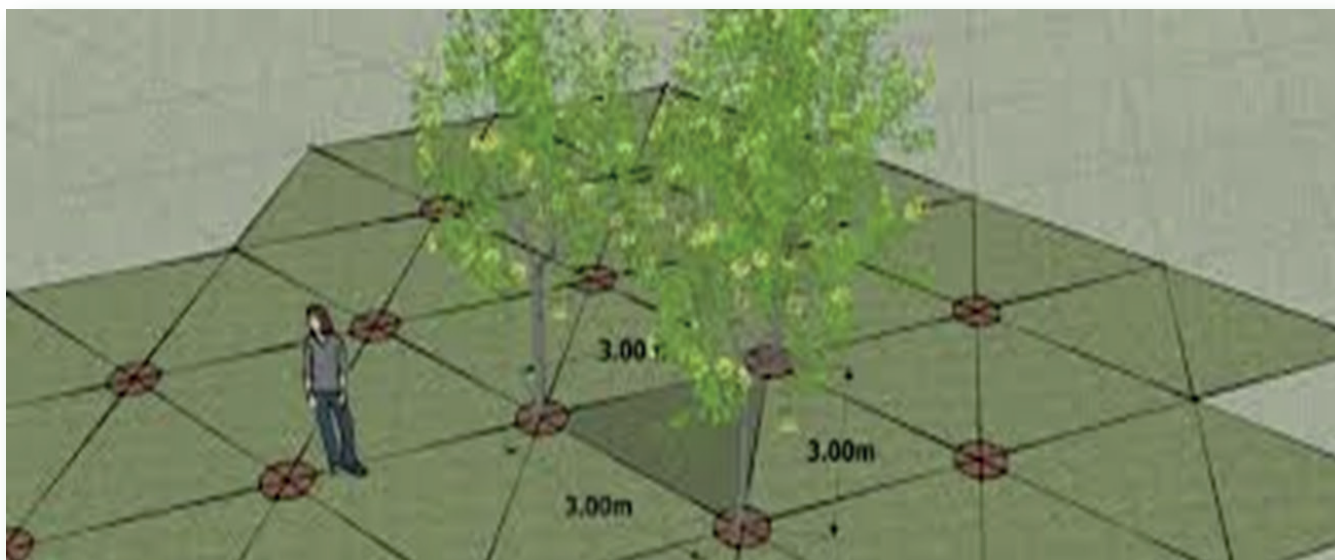


Figura 23. Arreglo de tres bolillos a una distancia de 3 metros entre árbol como arreglo espacial de plantaciones de Marango.

4.5 Cosecha: La primera cosecha puede obtenerse al año siguiente de haber establecido la plantación, en plantas muy precoces, incluso seis meses después de haber sido sembradas, sin embargo; para efectos de planificación, se asume que, si la plantación ha recibido una correcta fertilización, suficiente agua y control de malezas puede llegar a tener hasta dos ventanas de cosecha, la primera entre febrero y mayo y la segunda entre agosto y octubre.

Los rendimientos esperados en plantas de 18 meses de edad a la primera cosecha reportan en promedio 121 vainas por árbol con rendimientos mínimos de 86 vainas/árbol y máximos de 332 vainas/árbol. Se ha observado, además, una alta variabilidad en la cantidad de semillas por vaina, esto depende del tamaño de la misma, así se han obtenido 10 semillas por vaina (vainas de 15 cm de largo), 19 semillas/vaina (vainas de 20 cm de largo) y 27 semillas/vaina en vainas grandes de 25 a 30 cm de largo, todos estos datos corresponden a la variedad naturalizada o también conocida como “Criolla”.

Los rendimientos en semilla en relación al tamaño de las vainas oscilan entre 464 y 507 kilos de semilla por hectárea en el caso de vainas pequeñas y entre 1253 y 1368 kilos por hectárea en el caso de vainas largas.



Figura 24. Árbol de Marango fructificado y listo para cosecha. Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria.

La producción de Marango, como la de cualquier otro cultivo debe estar sobre la base de la rentabilidad de la actividad, la única forma de garantizar que se está obteniendo ganancias, es con un adecuado control de costos e ingresos, a manera de sugerencia PROMARANGO recomienda usar la tabla abajo inserta con el fin de registrar y calcular el costo total del establecimiento de una hectárea de Marango y poder así amortizar dicho costo en la producción.

Cálculo del costo de establecimiento de una hectárea de Marango

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
a. Preparación de tierras			
Mano de obra para chapear	1		
Pase de arado	2		
Pase de grada			
b. Siembra			
Semilla	qq		
Mano de obra			
c. Control de malezas			
d. Fertilización			
Urea	2		
Completo	2		
Mano de obra			
e. Cercas			
Alambre de púas			
Postes			
Grapas			
Mano de obra			
TOTAL (a + b + c + d + e)			

Bibliografía

Aregheore, E.M. 2002. Intake and digestibility of Moringa oleifera bait grass mixtures by growing goats. Department of Animal Science, University of the South Pacific, Apia. Samoa.

Becker, K. 1995. Studies on Utilization of Moringa oleifera Leaves as Animal Feed. Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics (480). University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 15 p.

D'Souza, J.; Kulkarni A.R, 1990. Comparative Studies on Nutritive Values of Tender Foliage of Seeding, and Mature Plants of Moringa oleifera (Lam). The Ind. J. Nutr. Dietet. 27: 205-212.

Duke J. A. 1983. Handbook of energy crops (Moringa oleifera). Purdue University, Center for New Crops and Plants Products.

FAO (Food Agronomics Organization). 1992. Necesidades de vitaminas A, He, Folato y Vitamina B12 informe de una consulta mixta FAO/OMS de expertos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1992.

Foild, N.; Mayorga, L.; Vásquez, W. 1999. Utilización del Marango (Moringa oleífera) como forraje fresco para el ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en América Latina.

Gopala, P.R.K; Mallikarjuna, K; Guraraja, R.G. 1980. Nutritional Evaluation of Some Green Leafy Vegetables. Ind. J. Nutr. Dietet. 17: 9-12.

Gutiérrez P, Rocha L, Reyes-Sánchez N, Paredes V, Mendieta-Araica B. 2012. Tasa de degradación ruminal de follaje de Moringa oleifera en vacas Reyna usando la técnica in sacco Revista La Calera Vol. 12. Nº 18, p. 37-44. Disponible en línea: <http://www.lamjol.info/index.php/CALE-RA/article/view/1123>

Jarquín-Almanza, A.J., Rocha-Espinoza, D.J., Rocha, L., Reyes-Sánchez, N., Mendieta-Araica, B. 2013. Degradabilidad ruminal del follaje de Moringa oleifera a tres diferentes edades de rebrote. Revista La Calera, Vol.13, No 21, p. 76-81. Disponible en línea: <http://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/1637/1440>

Makkar, H.P.S.,; Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leave. *Animal Feed Science Techonology*. 63: 211-228.

Makkar, H.P.S.; Becker, K. 1997. Nutrients and antiquality factors in different morphological pars of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of agricultural Science, Cambridge*. 128: 311-332.

Mendieta-Araica, B., Sporndly, E., Reyes- Sánchez, N., Norell, L.and Sporndly, R. 2009. Silage quality when *Moringa oleifera* is ensiled in mixtures with Elephant grass, sugar cane and molasses. *Grass and Forage Science*, 64, 364–373.

Mendieta-Araica, B., Sporndly, R., Reyes-Sánchez, N., Norell, L., Sporndly, E. 2010. *Moringa* (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livestock Science* Vol. 137: 10-17.

Mendieta-Araica, B., Sporndly, E., Reyes-Sánchez, N., Sporndly, R. 2011. Feeding *Moringa oleifera* fresh or ensiled to cows, effects on milk yield and milk flavor. *Tropical Animal Health and Production* 43:1039–1047.

Mendieta Araica, Bryan Gustavo. 2011. *Moringa oleifera* as an alternative fodder for dairy cows in Nicaragua. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Deparment of Animal Nutrition and Management. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden. Disponible en línea: http://pub.epsilon.slu.se/8134/1/Moringa_oleifera_as_an_alternative_fodder_for_dairy_cows_in_Nicaragua.pdf.

Mendieta-Araica, B., Sporndly, E., Reyes-Sánchez, N., Salmerón-Miranda, F., Halling, M. 2013. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. *Agroforestry Systems* 87:81-92.

Noguera-Talavera, A., Reyes-Sánchez, N., Membreño, J.J., Duarte-Aguilar, C., Mendieta-Araica, B. 2014. Calidad de plántulas de tres especies forrajeras (*Moringa oleifera* Lam., *Leucaena leucocephala* y *Cajanus cajan*) en condiciones de vivero. *Revista La Calera*, Vol.14, No 22, p. 21-27. Disponible en línea: <http://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/-view/2652/2403>.

Reyes-Sánchez N. 2004. Marango; Cultivo y utilización en la alimentación animal. Serie Técnica No. 5. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 24 p.

Reyes Sánchez, N. 2005. Moringa Oleifera: Fuente Proteica para la alimentación animal. Revista El Ganadero No. 5, p 24-25.

Reyes-Sanchez N., Ledin, S. and Ledin, I. 2006. Biomass production and chemical composition of Moringa oleifera under different management regimes in Nicaragua. Agroforestry Systems 66:231–242.

Reyes-Sanchez N., Sporndly, E. and Ledin, I. 2006. Effect of feeding different levels of foliage of Moringa oleifera to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. Livestock Science 101: 24–31.

Reyes-Sánchez N. 2006. Moringa oleifera and Cratylia argentea: Potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Doctoral Thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Department of Animal Nutrition and Management. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2006:1. Disponible en línea: http://pub.epsilon.slu.se/1027/1/NRS_General_Discussion_Final_Version_Nov_05.pdf.

Reyes-Sánchez N, Rodríguez R, Mendieta-Araica B, Mejía-Sovalbarro L, Mora-Taylor A. 2009. Efecto de la suplementación con Moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (Panicum maximum Jacq.). Revista La Calera Vol. 9, No 13, p. 60-69. Disponible en línea: <http://www.lamjol.info/index.php/CALE-RA/article/view/19/18>.

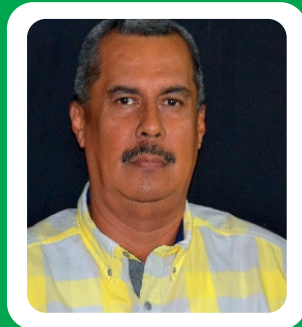
Rodríguez-Pérez R, Reyes-Sánchez N, Mendieta-Araica B. 2012. Comportamiento productivo de vacas lecheras alimentadas con Moringa oleifera fresco o ensilado: efecto sobre producción, composición y características organolépticas de leche y queso. Revista La Calera Vol. 12. Nº 18, p. 45-51. Disponible en línea: <http://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/1124/934>.

Sarwatt, S.V.; Kapange, S.S.; Kakengi, A.M.V. 2002. Substituting sunflower seed-cake with Moringa oleifera leaves as a supplemental goat feed in Tanzania. Agroforestry Systems. 56:241-247, 2002.

AUTORES



Bryan Mendieta Araica PhD
Coordinador Nacional PROMARANGO



Nadir Reyes Sánchez
Coordinador Investigación PROMARANGO

CONTACTOS

www.redmarango.una.edu.ni
bryan.mendieta@ci.una.edu.ni
nadir.reyes@ci.una.edu.ni

